L A L A R O G L I Ć

KAKO PARA POKREĆE MAŠINU



NAKLADNI ZAVOD HRVATSKE
ZAGREB 1947

1f066

23 MALA NAUČNA KNJIŽNICA HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

NEKAD I DANAS

Kada je netko od naših starih, prije, recimo, 200 godina, imao da krene na daleki put, nije mu bilo baš lako.

Zamislimo na primjer našega prašukundjeda. Treba on da ode u posjete rođacima, koji stanuju u nekom udaljenijem gradu. Ako već nije morao ići pješice, morao je, u najboljem slučaju, opremiti kola i dobre konje (samo ako ih je imao!) pa se drmusati dva, tri pa čak i više dana po kojekakvim drumovima, dok ne bi konačno ugledao svoje mile i drage.

A danas? Kada se sjetimo da odemo prijateljima u posjete, jednostavno smotamo stvari, kupimo voznu kartu, sjednemo u vlak i već jurimo prema cilju. Udobno smješteni na sjedalu pokraj prozora, gledamo, kako pokraj nas jure i nestaju iza naših leđa polja, šume i livade naše lijepe domovine. I dok se naš prašukundjed drndao par dana, mi stignemo za par sati. I još k tome udobno, pa makar kiša lijevala kao iz kabla.

Sjedimo li negdje uz morsku obalu, možemo promatrati velike lađe s dimnjacima, parobrode, kako lagano i brzo sijeku glatku morsku površinu. Zađemo li nekuda u polje za vrijeme žetve, čuti ćemo poznato zujanje sa gumna. To je vršalica, koja danas zamjenjuje mnogo umornih ruku naših seljaka. Mogli bismo spomenuti još mnoge slične mašine, koje obavljaju teški rad mjesto ljudskih ruku. Sve njih pokreće jedna te ista sila.

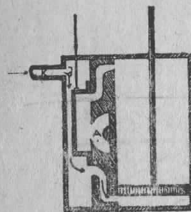
Koja je to sila?

JUNAK, KOJI VUČE MAŠINU

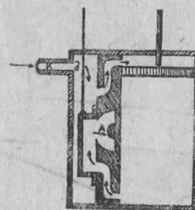
Sila, koja pokreće parnu mašinu (parni stroj), nije ništa drugo nego para, obična vodena para, ona ista, koja izlazi iz lonca, kad u njemu nešto kuhamo. Kad u lonac stavimo vodu, da se grije, ona je posve bezazlena. A kakva li čuda, kad voda uzavri i iz nje se počne dizati para! Ona se diže velikom brzinom s površine vode i širi na sve strane. Htjela bi ispuniti ne samo čitav lonac, u kome se kuha, nego i čitavu sobu, i zavući se u svaki kut. Dobro, kazat ćete, pa zar je to moguće? Zar voda iz nekog lonca, kada se pretvori u paru, može ispuniti čitavu sobu? I te kako može! I ne samo to! Ona pritiska na zid naše sobe i htjela bi ga još malo rastegnuti, da se još više raširi. Iz jedne litre vode, dobivamo

preko jedne i pol hiljade litara pare. Ako se para stvara u kakvu kotlu, tako čvrsto začepljenu, da iz njega ne može napolje, ona će jednostavno raskidati stijene kotla. Kažemo, da je kotao eksplodirao. Kod toga ljudi, koji se nalaze u blizini, lako stradaju životom. Ako eksplodira veliki kotao, može dignuti u zrak i dio zgrade, u kojoj se nalazio.

Eto, sada vidite, kakva je zla ćud pare. A sada da vidimo, kako su domišljati ljudi znali



Sl. 1.



Sl. 2.

iskoristiti paru. Njena zla ćud postala je korisnom.

Kako?

Evo, pogledajmo slike broj 1. i 2. To je junak, koji pokreće lokomotivu, vršaću mašinu, parobrod i slične strojeve! Zove se parni valjak (cilindar). On je narisan kao da je presječen na polovicu, da bismo mogli vidjeti, kako izgleda iznutra. Pogledat ćemo, dakle, najprije slike, da

nam poslije bude lakše pratiti, kako para ulazi i vrši radnju (pokreće stroj). Na slici broj 1, na gornjem kraju vidimo jednu cijev. Nju smo nazvali slovom K. Ona vodi u komoru (obilježenu slovom J) pred samim parnim valjkom, a zove se razvađač. On je spojen s valjkom dvjema cjevastim kanalima. U razvađaču se nalazi još pomicaljka (zašto se tako zove, vidjet ćemo kasnije). Ona je slična šupljem poklopcu, a pričvršćena je na štapu. Na slici broj 1 ona upravo zatvara gornji kanal, koji vodi paru u valjak. Valjak ima oblik kratke cijevi. U parnom valjku vidimo čep (klip), koji je na gornjoj strani spojen s motkom. Ta motka izlazi iz valjka i završava na kotaču (slika broj 3). Pomicaljka pokriva malu komoricu (na slici označenu slovom A). Osim toga može pokriti i dva kanala (ali nikada oba najednom, nego samo jedan od njih i komoricu). Radi toga ona baš i ima oblik poklopca. Na slici broj 1 pokrila je upravo gornji kanal. Mala komora A ima jednu cijev. Ta vodi napolje. Na slici je vidimo kao crn polukrug.

Eto, sada već znamo, kako izgleda sam stroj. Ali on bi mogao stajati na nekom mjestu hiljade i hiljade godina, a da se sam ne bi ni maknuo. Od njega samoga, dakle, ne bismo imali nikakve koristi. Ali kada u nj uleti pod pritiskom vodena para — da vidiš čuda!

Vodenu paru dobivamo u parnom kotlu (pogledaj sliku broj 3!). On je više od polovine

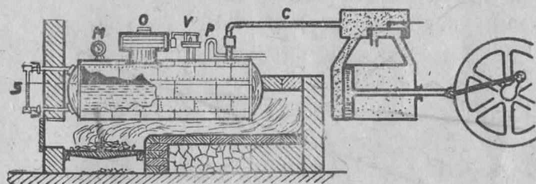
napunjen vodom i grije se (zato lokomotivi i parobrodu treba toliko ugljena!). Kada voda uzavri, pretvara se u vodenu paru i ulazi u cijev K na gornjoj strani kotla. Ta cijev je jedini otvor, kuda para slobodno izlazi iz kotla. Ona dovodi paru u razvađač. Vruća para ispunila je razvađač i ulazi kroz kanal (na slici broj 1, donji kanal) u sam valjak, i to u mali prostor pod čepom. Moramo spomenuti, da čep mora biti usko sljubljen uza stijenu valjka, kako se ne bi dogodilo, da para između čepa i stijene probije u gornji dio valjka. U onom času, kada para ulazi pod čep u valjku, pokazuje se korisnim njezino svojstvo: ona nastoji da se čim više raširi i da ispuni što veći prostor. Pri tom ona ima golemu snagu. Pod silnim pritiskom nadre pod čep i pokrene ga prema gore. Ali u tom trenutku, što se događa? Kako se čep dizao, pomicaljka se spuštala. Ona je začepila donji otvor, kroz koji para dolazi u valjak, a otvorila gornji. Pogledajmo sada sliku broj 2. Čep je već pomaknut do kraja, a para u donjem dijelu valjka se već dobrano raširila i pomalo ohladila. Ali iz parnog kotla, kroz cijev K, para neprestano dolazi, i kada ne može proći kroz donji kanal, koji je pomicaljka sada zatvorila, prolazi ona kroz gornji kanal, u gornji dio parnog valjka. U donjemu dijelu, kako smo već spomenuli, nalazi se razrijeđena (raširena) i ponešto ohlađena vodena para, dok u gornji dio ulazi sve više vruće

i zgusnute pare. Ova sada ima veću snagu od one u donjem dijelu, i naravno, potiskuje čep prema dolje. Para iz donjeg dijela valjka prolazi kroz donji kanal u komoru A. Iz nje kroz cijev izlazi napolje.

I opet, kako se čep pomicao prema dolje, tako se pomicaljka dizala prema gore. Ona je otvorila donji, a zatvorila gornji kanal. Para u gornjem dijelu se raširila i sada kroz komoru A izlazi napolje. Nova vruća para ulazi sada kroz donji kanal i potiskuje čep prema gore, a u isti čas se i pomicaljka počinje spuštati prema dolje. I tako se to neprekidno ponavlja kroz čitavo vrijeme, dok stroj radi. Kada se čep posve digao ili spustio, između njega i stijene valjka mora ostati prostor, u koji će ući nova para (vidi na slikama 1. i 2.). Šipka, koja je spojena sa čepom, pomiče se s njim gore-dolje. Ona izlazi iz valjka i, kako smo već prije spomenuli, spojena je sa kotačem. To je veliki teški kotač. Zove se kotač zamašnjak. Kako se šipka sa čepom pomiče tamo-amo, tako ona pokreće kotač. Na kotač je također pričvršćena i šipka, koja drži pomicaljku. Tako sam čep svojim pomicanjem i okretanjem kotača zatvara pomicaljkom čas gornji, čas donji kanal, koji mu dovodi paru (vidi sliku broj 4). Osovina zamašnjaka spojena je i pokreće druge kotače, koji rade u stroju, ili je sam zamašnjak spojen s njima pomoću remena. Čep se pomiče velikom brzinom. Da se zamašnjak

jedamput okrene, potrebno je, da se čep digne i spusti.

Iako je parni kotao napravljen od čvrstih i debelih željeznih stijena, znala je kadikad para svojom snagom raskidati stijene kotla. To bi uzrokovalo velike nesreće. Dešavalo se to zato, što bi se kotao previše zagrijao i u njemu se stvaralo mnogo više pare, nego što je ona mogla kroz cijev izlaziti u parni valjak. Dobro, ali otkuda da zna onaj ložač, što baca ugljen u



Sl. 3.

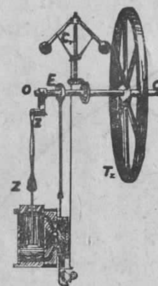
ognjište (peć), koje grije vodu u parnom kotlu, koliko ima pare unutra? Netko bi sad pomislio, da je opasno voziti se vlakom ili parobrodom, ili biti u radionicama, gdje radi parni stroj. I bilo bi tako, da nisu domišljati naučenjaci i tome doskočili. Danas na parnom kotlu postoji sprava, koja pokazuje, koliko ima pare unutra i kad postoji opasnost da se kotao rasprsne. Ta sprava ima oblik sata (časovnika). Zove se manometar. Na slici broj 3 je označen slovom M. Zatim se

tu nalazi još t. zv. ventil sigurnosti. Na slici broj 3 označen je slovom V. Kako vidimo, to je čep, koji zatvara otvor na gornjoj strani kotla. On je na vrhu pričvršćen za jednu polugu. Ta poluga pričvršćena je jednom stranom uz kotao, ali tako, da se može dignuti prema gore. Na drugoj strani poluge visi uteg. On svojom težinom drži čep čvrsto u otvoru kotla. Tek kada je tlak u kotlu prevelik, on potisne čep. Čep iskoči napolje i podigne polugu i uteg. Para, koje je u kotlu bilo previše, izlazi napolje, a uteg povuče čep natrag na njegovo mjesto.

Dalje, na slici broj 3, vidimo još, da iz kotla kroz zid izlaze dvije cijevi. Na drugoj strani zida sastaju se one s trećom, staklenom cijevi, u kojoj je voda (označene su slovom S). Visina vode u toj cijevi odgovara visini vode u kotlu. Tako pomoću nje znamo, kada treba da nalijemo još vode u kotao. To je veoma važno, jer bez toga, makar na kotlu bio ventil sigurnosti, kotao može eksplodirati. Desi li se, naime, da u kotlu ima premalo vode, a ognjište grije kotao, njegove stijene se užare i postanu mekane. Dođe li na to užareno mjesto voda, naglo se pretvara u paru. U kotlu nastaje previsok tlak, koji tako raskida mekane stijene kotla.

Još je jedan neprijatelj parnog kotla, i to kamen kotlovac. Svaki ga je od nas već vidio; stvara se u loncu u kome vri voda. To je bijeli talog, koji se hvata na stijenama lonca ili kotla.

Ako se kotao dulje vremena ne čisti, stvori se na njemu prilično debela jednolična prevlaka kamena kotlovca. Kada grijemo vodu u parnom kotlu, može se desiti, da se negdje odlupi komad prevlake kotlovca — i eto nesreće! Sama željezna stijena kotla mnogo je vruća od stijene prevučene kotlovcem. Kada se u kotlu odlupi takav komad



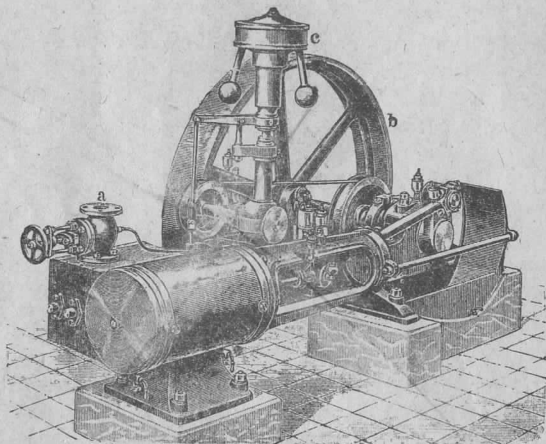
Sl. 4.

Uspravljeni Wattov parni stroj: ZZ motka, koja okreće osovinu OO, E *ekscentar, koji pomiče pomicaljku,* C *regulator. Kad se kugle razmaknu, zatvore prolaz pare, označen sa* P. T *kotač zamašnjak.*

prevlake, voda naglo dolazi u dodir sa užarenom stijenom kotla, pretvara se u paru, koje se nakupi toliko, da kotao može eksplodirati. Radi toga je na parnom kotlu ostavljen otvor za čišćenje. Na slici broj 3 označen je slovom O.

Uvijek nas je zanimalo, zašto se na parnom stroju vrte one dvije kugle na nekim pomičnim

rašljama. Vidimo ih i na slici broj 4. To je sprava, koja regulira dovod pare u valjak. Naime, kad dolazi previše pare, kugle se brže okreću, pa se šire. Kako se šire, podižu šipku, pomoću koje je djelomično zatvoren prolaz pari. Zbog toga mašina počne sporije raditi. Kada dolazi premalo pare, ide sve obrnutim putem: mašina sporije radi, kugle se sporije okreću, skupe se, bolje otvore prolaz pari, i stroj počne brže raditi.



Sl. 5.

Ležeći parni stroj: a) ventil sigurnosti, b) kotač zamašnjak, c) regulator. Ova mašina radi pod tlakom od 6—8 atmosfera. Zamašnjak se 80—150 puta okrene u minuti. Ima snagu od 60—80 konjskih snaga.

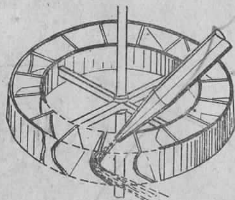
PARNA TURBINA

Osim ovakvog parnog stroja (sa valjkom i čepom), što smo ga malo prije opisali, postoji još jedan stroj, koji također pokreće para. To je parna turbina.

Svi mi znamo, kako izgleda vjetrenjača i kako ona radi. Vjetar udara u njena krila i svojom ih snagom okreće. Međutim, vjetar nije nikada pouzdan. Možda baš onda, kad bismo najviše trebali vjetrenjaču — nema vjetra.

Promatrajući to, došli su naučenjaci na misao, da naprave stroj sličan vjetrenjači, ali tako, da mjesto nestalnog i nepouzdanog vjetra vodena para pokreće tu novu spravu. I, što je najvažnije, tu spravu moći će ljudi upotrijebiti, kada god budu htjeli. Nazvali su je parna turbina. Vidimo je na slici broj 6. To je kotač nataknut na osovinu, koja se skupa s njim giba. Kotač završava lopaticama, kako vidimo na slici. Kroz cijev, koja je spojena s parnim kotlom, dolazi para. Iz nje struji snažan mlaz pare i udara na lopaticu turbine. Lopatica se pod tim jakim pritiskom pomakne, a s njom i kotač i osovina. Međutim, pod udar mlaza pare došla je već druga lopatica, a kad se i ona pomaknula, treća, i tako redom. Mlaz pare pokreće parnu turbinu velikom brzinom. Čitav stroj je, kako vidimo, jednostavan i zauzima malo prostora. Ima pred parnim valjkom još jednu prednost. Čep u parnom

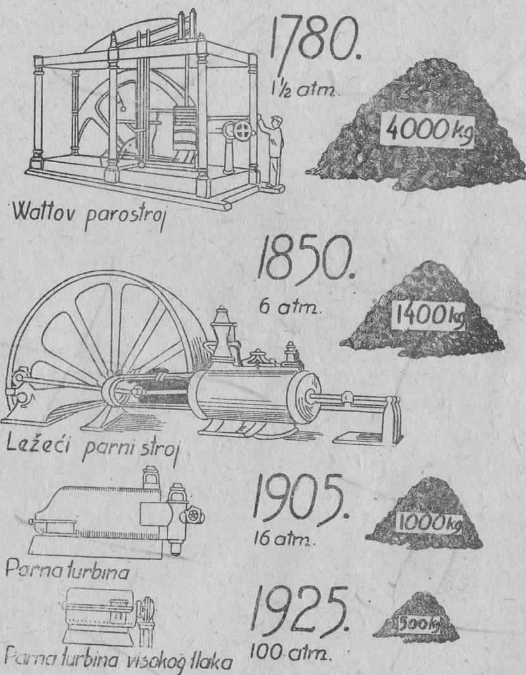
valjku radi na mahove, i makar kako stroj bio savršen, osjeća se trzanje, i kotač se ne okreće uvijek jednakom brzinom. To je u časovima, kada čep u parnom valjku dolazi do najviše i najniže točke. Kod parne turbine toga nema. Ona se okreće uvijek jednakom brzinom i nema nikakovih trzaja. Budući da zauzimaju mali prostor i rade jednolično, parne turbine potiskuju sve više u današnjoj industriji parni stroj s valjkom. To je, dakako, najjednostavnija parna turbina.



Sl. 6.

U industriji se danas upotrebljavaju parne turbine s nekoliko redova lopatica. Više mlazova vodene pare pokreće, opet, svaki red. Parne turbine upotrebljavaju se naročito tamo, gdje je potreban pravilan i jednoličan rad. Tako na pr. u električnim centralama.

Dok su ljudi usavršavali parni stroj, nisu težili samo za tim, da stroj čim pravilnije i bolje radi. Nastojali su, da parni stroj zauzme čim manje prostora, zatim da uz manji potrošak



Sl. 7.

ugljena dobiju više energije (snage kod rada parnog stroja). Koliki su uspjesi postignuti, vidimo iz slike broj 7. Pogledajte, kolika je razlika u veličini između prvoga parnog stroja i moderne turbine, u njihovoj snazi rada i potrošku ugljena! Slika nam najbolje pokazuje, kako usavršavanje strojeva uvijek napreduje. Potreba za što jeftinijom snagom i napredak ljudskog žnanja, neprestano usavršavaju sredstva za proizvodnju.

PRVI PARNI STROJEVI

Pogledamo li kakvu modernu lokomotivu ili parobrod i promatramo li njihove lijepe oblike, moramo se diviti. A kada bi nam netko objasnio svaki pojedini dio te mašine, mogli bismo samo kimnuti glavom i priznati, da se svaki taj dio ne bi mogao napraviti jednostavnije, bolje ni ljepše. Ali gledajući te ljepotane tehnike ili vozeći se u njima udobno i brzo, malo se tko sjeti, kako je zapravo izgledao njihov predak. Koliko je truda i mučna rada trebalo, da se postigne ono, što se nama danas čini sasvim obično i po sebi razumljivo. Nema ni sto pedeset godina, od kako su ljudi počeli uživati blagodati parnog stroja, bilo da je taj parni stroj upotrebljen za prijevozna sredstva ili u industriji. Svega sto pedeset godina je prošlo od onoga prvog parnog stroja,

koji je klopotao, tresao se i bučio, dok je radio, pa do današnjega, koji se gotovo ne osjeća i ne čuje. Prvi stvaraoci i usavršitelji parnog stroja morali su voditi žučne borbe s ljudima i njihovim predrasudama. Tek kada su kapitalisti uvidjeli korist parnog stroja, počeli su ga upotrebljavati u industriji i prometu.

Već u prvim godinama osamnaestog stoljeća javljaju se neke vrste parnih strojeva. Njihovi izumitelji bili su većinom radnici. Međutim, oni ne dolaze u upotrebu, i spominjemo ih samo kao začetke kasnijih, savršenijih parnih strojeva.

Među prvim izumiteljima parnog stroja, spominje se Englez James Watt (čitaj: Džems Uot). Parni valjak njegova stroja bio je isti, kao što smo ga u prijašnjem poglavlju opisali, dakle, kakav je i danas. Međutim, para, koja je izvršila radnju, nije kod Wattova stroja izlazila kroz dimnjak napolje. Ona je kroz cijev ulazila u posudu okruženu hladnom vodom. Tu bi se para naglo pretvarala u vodu, budući da je u posudi bilo hladno. To pretvaranje pare u vodu zove se kondenzacija, a posudu nazivamo kondenzator. Međutim, što se događalo, kada se para pretvorila u kondenzatoru u vodu? Čitav prostor, koji je dotada bio ispunjen parom, ostao je prazan. Dakle, s jedne strane čepa u parnom valjku, u odvodnoj cijevi i samom kondenzatoru nastao je zrakoprazan prostor ili vakuum. (Već je spomenuto, da iz jedne litre vode dobivamo

tisuću i pol litara pare, ili obrnuto, tisuću i pol litara pare pretvara se u hladnom prostoru u jednu litru vode.) Novo nadošla vruća para s druge strane čepa u parnom valjku s malo snage potiskuje čep. Ona, naime, nema, kao što je to slučaj kod današnjih parnih strojeva, potiskivati još i preostalu paru s druge strane čepa. Da stroj radi, bio je dovoljan tlak od 5 atmosfera, t. j. para je sa tlakom od 5 atmosfera tlačila čep i stijene valjka. Kod tog pritiska pomicao se čep. Takav stroj zove se i »stroj niskog tlaka«. Upotrebljavao se u rudnicima, kao pogon za pumpe (šmrk) za crpenje vode iz rudnika. On se često kvario, i njegova je radna snaga bila veoma mala. Međutim, u ono doba on se mnogo upotrebljavao, i mnogi su ljudi mislili, da se ne može napraviti bolji parni stroj.

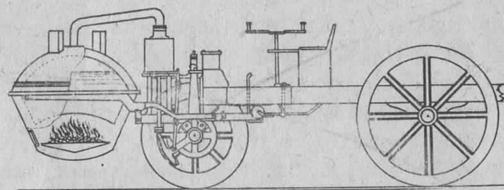
Povijest parnog stroja zabilježila je jednu veoma zanimljivu stvar. Naime, nešto prije Watta, koji je živio u Engleskoj, javlja se i u Rusiji parni stroj sličan njegovu. Pronašao ga je i izradio genijalni Rus samouk Ivan Ivanović Polzunov. On je bio uralski radnik. Ni Watt u Engleskoj ni Polzunov u Rusiji nisu znali jedan za drugoga. I jedan i drugi stroj radio je dobro i mogao se upotrebiti u rudnicima. Pa ipak, makar jednaki i u isto doba stvoreni, doživjeli su ti strojevi različite sudbine. Watt u Engleskoj imao je svoju tvornicu parnih strojeva, postao je slavan i poznat u čitavom svijetu. Polzunov je

ostao i dalje nepoznat i siromašan uralski radnik; njegov stroj nije stekao naročito priznanje. Trud i genij Polzunova izgubiše se u samoj njegovoj domovini. Takovu ili sličnu sudbinu, doživjeli su još mnogi i mnogi izumitelji. Što je uzrok tome?

Promotrimo samo stanje Engleske i Rusije u to doba. Engleska je tada bila najrazvijenija industrijska zemlja na svijetu. Rad je tada, za razliku od prethodnog feudalnog doba, bio plaćen rad najmljenih ljudi. Naravno, da su vlasnici rudnika objeručke prihvatili Wattov pronalazak, koji će im zamijeniti mnogo plaćenih radnika. Rad stroja bio je jeftiniji od rada ruku, a stroj je i brže radio. Uvidjevši ove i još mnoge druge prednosti, kapitalisti u Engleskoj upotrebljavaju od sada parni stroj, gdje god im je moguće, ne obazirući se na radništvo, koje je upotrebom parnog stroja ostalo bez posla i kruha. U Rusiji je bilo obratno. Tadašnja carska Rusija mnogo je zaostajala za Engleskom, naročito u industriji. Ruski seljak bio je kmet. Mala šačica boljara izrabljivala je velike mase ruskog seljaštva. Radnici su tamo svoj rad i snagu davali u bescjenje. Ručni rad u Rusiji bio je veoma jeftin. Razumljivo je, dakle, da se ruskim kapitalistima nije isplatilo ulagati novac u neke pokuse s parnim strojem (a malo je tko u ono doba vjerovao, da će parni stroj zavladati svijetom), dok je ljudska radna snaga bila tako jeftina. To je uzrok, da je Watt u svojoj domovini postao

slavan, a Polzunov u svojoj ostao bez uspjeha. Ujedno su i prilike u Engleskoj uvjetovale, da se baš tamo počeo graditi prvi parni stroj, i da je on najprije tamo došao u primjenu.

Dok je Watt gradio svoj parni stroj, nije mislio da sagradi mašinu, koja će se micati i prevoziti ljude i robu. Na ovu ideju došao je vojni inženjer Cugnot (čitaj: Kinjo), Francuz. On je sagradio godine 1770. prva parna kola. Pogledajte samo sliku! Eto, sada vidite, kako je



Sl. 8.

izgledala prabaka današnjeg automobila! To, što nam sada izgleda kao pretpotopno čudovište, bilo je onda — najnovija riječ tehnike! Kola imaju svega tri kotača. Prednji služi za upravljanje. Naročito ih čini nezgrapnima onaj kabao, što visi ispred njih, a sličan je velikom samovaru za čaj. Gornja cijev toga kabla vodi u parni valjak, koji okreće prednji kotač. Gore je ručka za upravljanje i sjedalo za vozača. Naravno, kotači su bili iz željeza, nisu imali gume kao

današnji automobili. Možete samo zamisliti, kako su se drndala ta kola po neravnu putu. A kako su samo bučila i dizala prašinu! Vjerujem, da se nitko od vas ne bi baš dobro osjećao na vozačevu mjestu. Međutim, da nije bilo takovih kola, ne bi danas bilo ni lijepih i udobnih automobila ni lokomotiva. Dakle, ta parna kola predložio je njihov izumitelj vojnoj komisiji. Ona bi za vrijeme ratnih pohoda imala vući top. Kola su išla brzinom od 4 km na sat. Kako vidimo, prvi koraci parnog stroja bili su prilično polagani. Međutim, ta kola imala su još jednu manu. U gornjoj polovini onoga kabla ispred kola, bila je voda, a u donjoj se ložila vatra, koja je vodu grijala. Dakle, kabao je imao dva dijela. Svakih pet kilometara morala su se kola zaustaviti, trebalo je naliti u gornji dio kabla novu vodu, a iz donjeg dijela izvaditi pepeo. Zatim se morala iznova naložiti vatra, čekati, dok voda zakipi i — kola su onda mogla krenuti dalje. Radi tih mana vojna komisija ih nije prihvatila.

Moramo spomenuti, da je svim prvim parnim kolima bilo teško upravljati, pa nije čudo, da je često — kuda su takva kola prošla — bilo i povaljenih plotova, pa čak i probijenih zidova od kuća! A ne bi se baš moglo reći, da je pojava takve neobične i svojeglave mašine u nekom mjestu prošla bez svakog straha za domoljubive građane.

U Wattovoj tvornici parnih strojeva, radio je inženjer Murdock (čitaj: Mardok). On je u svoje slobodno vrijeme izradio model parnih kola (mala parna kola). Ona su imala čvrste stijene kotla i valjka, pa se pritisak pare mogao povećati. Čitava kola bila su toliko mala, da se u njima nije moglo voziti. Murdock, sav sretan, izveo ih je na ulicu, da ih isproba. Baš u tom času, ništa ne sluteći, izišao je iz susjedne kuće neki svećenik. Ali, kada je ugledao ta kolica, iz kojih se pušio dim, a micala su se sama, bez konja, strašno prestrašen, pobježe natrag u kuću. Bio je uvjeren, da je to sam đavo, koji ga hoće napasti. Eto, takav je bio prvi susret kola bez konja sa ljudskim predrasudama. Murdock svoj izum nije mogao provesti u djelo, jer je bio vezan ugovorom sa Wattovom tvornicom. Ni on sam nije slutio, koliko je tim malim parnim kolima, t. j. uzorkom budućeg automobila, pridonio razvitku prometa. Zbog jednog ugovora nije se moglo ostvariti djelo, koje bi znatno poboljšalo proizvodne snage ljudskog društva. Ovo je, dakle, primjer, u kome vidimo, kako kapitalizam sam sebi koči razvoj.

Ali vrijeme, da se stvore parna kola, koja će zamijeniti diližanse (kola za poštu i putnike, koja su konji vukli), pomalo je dozrijevalo. Ono, što nije mogao učiniti Murdock danas, učiniti će drugi sutra. On je jednom popravljao parni stroj u nekom rudniku. Njegov rad promatrao je

zadivljeno neki mladić. Murdock ga kod svog rada uze za pomoćnika. Mladić, zvao se Richard Trevithick (čitaj: Ričard Trevičik), marljivo i oduševljeno pomagaše inženjeru. Njih dvojica postali su uskoro dobri prijatelji. Kod Murdocka je Trevithick mnogo i marljivo učio i vidio njegove pokuse s parnim kolima. Deset godina poslije, dakle 1801., sagradio je Trevichick svoja prva parna kola. Povećao je pritisak pare u parnom valjku ovih kola. On je dobro uočio, kolika važnost leži u tome. Ali njegova kola izgorjela su prije, nego ih je on mogao pokazati svijetu. Odmah nakon toga počinje on izgrađivati druga, nešto veća od prvih. Kotači su imali 2,5 m promjera, što je bilo potrebno radi loših cesta. Između kola nalazio se kotao s vodoravnim cilindrom i kućica za putnike. U kućici je bilo mjesta za osam osoba. Osovina se tih velikih kola okretala polugom pomoću jedne ručice i dva zupčasta kotača. Mjesto upravljača nalazilo se naprijed, nad jednim malim kotačem, koji je služio za upravljanje.

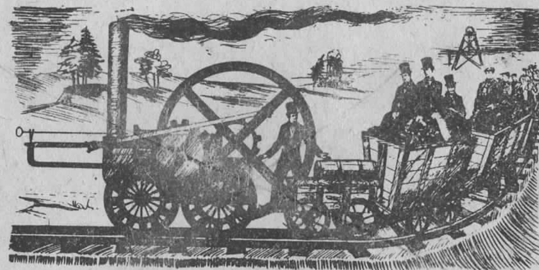
Njegovim kolima su se mnogi divili, ali nitko se nije sjetio da pomogne na bilo koji način mladog izumitelja. Malo tko se odvažio voziti u parnim kolima.

Da bismo razumjeli prilike onoga doba, trebamo spomenuti, da se tada prijevoz ugljena i rudače iz rudnika do rijeka i talionica obavljao na ovaj način: od mjesta ukrcavanja do mjesta

iskrcavanja bile su postavljene drvene tračnice. Po njima su konji vukli vagone natovarene ugljenom ili rudačom. Taj se prijevoz obavljao veoma sporo. Konji su usto mogli vući samo veoma malen broj vagona. A baš u to doba snažno se razvijala u Engleskoj industrija, i rudnici su trebali raditi punom parom. Kod toga ih je najviše kočio baš ovakav prijevoz.

Jednom je Trevithick sasma slučajno promatrao konje, koji su s mukom i polagano vukli natovarene vagone, i došao na sretnu zamisao. Konji vuku vagone po tračnicama, da im bude lakše, i jer tako vuku po ravnome, a ne po lošem putu. Pa zašto da i on ne pokuša napraviti parna kola, koja će ići po tračnicama? Ona će moći vući više vagona i s većom brzinom nego konji. Prijevoz će prema tome biti brži, veći i jeftiniji. Njegovi suvremenici i prijatelji, smatrali su ga ludim, kad im je to saopćio. Ta zar je moguće, da jedna mašina može najednom vući 10 tona? I jedan se kladio s njim za veliku svotu novaca, da mu to ne će uspjeti. Ali Trevithick nije sumnjao u svoj uspjeh. On se marljivo dao na gradnju svoje prve lokomotive. Kad je ona bila gotova, svi su sa znatiželjom očekivali, kako će uspjeti prva vožnja. Nitko od prisutnih, osim Trevithicka nije vjerovao u uspjeh. Lokomotiva »Tram-vagon« (kako ju je on nazvao) imala je vući pet vagona, koji su nosili teret od deset tona. Osim toga ukrcao je on na vagone i sve

prisutne. Ta prva lokomotiva, na veliko iznenađenje svih, uspjela je da u roku od 4 sata prevali 16 km sa teretom od deset tona i još sedamdeset ljudi. Taj veliki uspjeh zbio se godine 1803. Kratko vrijeme poslije toga, Trevithick dobiva narudžbe s više strana. Međutim, tehnika u ono doba nije bila tako napredna, i Trevithickov uspjeh bio je kratka vijeka. Po-

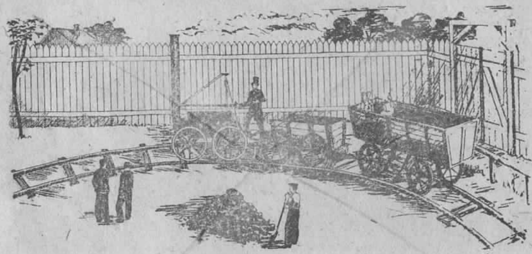


Sl. 9.

teškoće su bile u tračnicama. One su bile drvene i pucale su vrlo često, jer nisu mogle izdržati teret. Pristupilo se gradnji tračnica iz lijevanog željeza. Ali ni te nisu bile dovoljno čvrste i također su često pucale. Ljudi su ubrzo zaboravili svoje divljenje prema Trevithicku. On ih nije mogao uvjeriti, da je sva krivnja u tračnicama, a ne u njegovoj lokomotivi. I »Tram-vagon« doživio je žalosnu sudbinu. Bio je upotrebljen u

rudniku kao pogon za pumpu. Tako je završio prvi pokušaj mladog inženjera, da svijetu dade lokomotivu.

Ali taj prvi neuspjeh nije ga obeshrabrio. Naskoro je bila gotova druga lokomotiva. Tada je u Londonu iznajmio neko zemljište i ogradio ga visokom ogradom. Unutra je u krugu postavio tračnice. Krug je bio širok 60 m. Naime, on je u to doba veoma slabo stajao s novcem.



Sl. 10.

Nova mašina ga je mnogo koštala. Da podmiri trošak, naumi pokazivati je svijetu uz ulaznicu. Na pokusnoj vožnji bio je prikvačen jedan vagon za putnike u kome je sjedila njegova sestra. Kad je vlak pojurio, ona je od veselja uskliknula: »Nek me uhvati, tko može!« i tako je bila prozvana ta lokomotiva. Ali ni s njom Trevithick nije imao uspjeha. Baš u času, kada je trebalo da potpiše ugovor o gradnji lokomotiva s nekim

vlasnicima rudnika — pukle su tračnice. Naravno, nakon toga — oni su odustali od sklapanja ugovora. Tračnice od lijevanog željeza, kako vidite, još uvijek nisu bile dovoljno čvrste. Ne postignuvši uspjeh, Trevithick je mašinu prodao nekom kovaču za pogon.

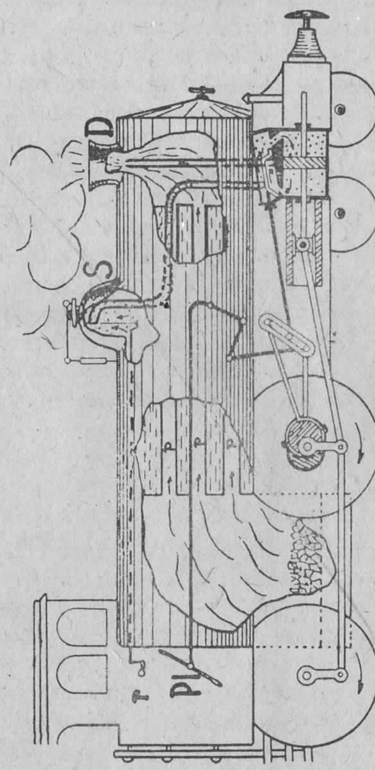
Svijet još uvijek nije shvatio važnost njegova izuma. Odustavši od gradnje lokomotiva, Trevithick je i dalje mnogo radio na usavršavanju parnih strojeva. Izradio je prvi parni gliboder za rijeke i novu vrstu parnog stroja za rudnike. Parni kotao poboljšao je time, što ga je napravio u obliku valjka. Voda se u kotlu grijala iznutra, a to je bilo mnogo brže. Kasnije odlazi u Ameriku i nastavlja radom.

Po njegovu uzoru izrađivali su i drugi parne strojeve. Tako je izrađen parni stroj sa dva okomita cilindra (parna valjka).

Parni stroj usavršio je Stephenson (čitaj: Stivenson). Bio je on radnik kod parne mašine u nekom rudniku. Živio je veoma teško i u slobodno vrijeme pravio cipele. Jednom je u rovovima toga rudnika nastala poplava. Svaki čas se mogla desiti nesreća i radilo se punom parom. Ali parni strojevi na pumpama bili su preslabi i više je vode naviralo, nego što se stiglo pumpama iscrpsti. Stephenson je poznavao te strojeve i znao njihove mane. Zato predloži vlasniku rudokopa, da strojeve popravi. Svi su mu se, naravno, stali smijati. Ta što može učiniti siro-

mašan radnik, kad su tu bespomoćni i inženjeri. Ali, svejedno su mu dali, da vide, što će on to napraviti. S jednim jedinim radnikom dao se on na posao. Najprije su morali sami napraviti alat, a tek onda s njim popravljati stroj. Za četiri dana bila je mašina opet na svom starom mjestu. Oko nje su se okupili inženjeri i radnici i začuđeno promatrali njen rad. Ono, što sa starim parnim strojem mjesecima nije uspjevalo, uspjelo je s popravljenim za svega dva dana. A što je Stephenson zapravo učinio? Začudit ćete se, kada doznate: proširio je ventil (koji dovodi paru), skratio parni valjak i učinio još neke male preinake! Sada vidite, koliko »sitnice« mogu poboljšati rad stroja. Kako je tim Stephenson spriječio veliku štetu i iznenadio inženjere, to je njegovo ime bilo u ustima sviju.

Stephenson je također uvidio, koliko će koristi donijeti čovječanstvu lokomotiva — i on se dao na posao. Deset mjeseci izrađivao je on s jednim pomoćnikom prvu lokomotivu. Ona je imala valjkasti kotao, dugačak 2,40 m, a širok 85 cm. Kroz sredinu kotla bila je umetnuta cijev, širine 50 cm, koju je lizao plamen. Dim je izlazio kroz dimnjak, koji se nalazio na drugoj strani kotla. (Po uzoru na taj, izrađivani su kasnije svi parni kotlovi, kako vidimo na slici broj 11.) Lokomotiva »Mylord« (čitaj: Milord), kako ju je Stephenson nazvao, povukla je 25. srpnja 1814. prvi teretni vlak sa osam teško natovarenih



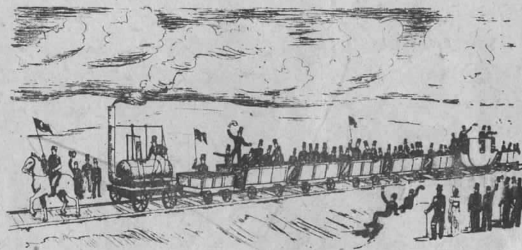
Sl. 11.

Parna lokomotiva: P plamene cijevi, D dimnjak, r ručica za napuštanje pare iz sabirne kape S u razvadač, Pl poluga, koja namješta pomicaljku za kretanje naprijed ili natrag.

vagona, brzinom od 6 km na sat. Ona je mjesto konja prevozila rudaču u nekom rudniku. Kratko vrijeme poslije upotrebe te lokomotive pojavile su se razne poteškoće. Ljudi, preko čijih je polja prolazila ta željeznica, tužili su se, da im para, koja pišteći izlazi iz mašine, plaši konje. Da izbjegne tužbama, Stephenson je napravio cijev, koja je paru vodila u dimnjak. Računao je, da će pištanje pare mnogo smanjiti. Ali rezultat je iznenadio i samog Stephensona. Para, što je velikom snagom sukljala iz dimnjaka, povećala je u njemu propuh. Na taj je način ugljen jače izgarao, a tim se pojačalo i stvaranje pare u parnom kotlu. Mašina je sada mnogo bolje radila. Vozila je dvostrukom brzinom! Stephenson je napravio još jednu preinaku. Kotače lokomotive spojio je jednom motkom, što vidimo i na današnjim lokomotivama. To je bilo potrebno radi povećanja trenja između tračnica i kotača. (Kad bi trenje bilo premaleno, kotači bi se okretali na mjestu, sklizali po tračnicama.)

On i dalje gradi sve bolje lokomotive. Tako je g. 1815. sagradio jednu, koja je išla brzinom od 12 km na sat, a zatim jednu sa 18 km na sat. Nakon mnogo truda i uporna rada Stephensona, proradio je prvi putnički vlak. Između Stocktona i Darlingtona (čitaj: Štoktona i Darlingtna), bile su postavljene tračnice od lijevanog željeza. 27. rujna 1825. lokomotiva »Active« (čitaj: Ektiv) povukla je prvi putnički vlak od trideset

četiri vagona, od kojih su 22 bila otvorena sa 450 putnika i 12 natovarenim ugljenom i brašnom, s težinom od oko 90 tona. Vlak je prešao prugu između Stocktona i Darlingtona, dugačku 16 km u 65 minuta. Međutim, javljaju se još uvijek poteškoće s tračnicama, koje su bile iz lijevanog željeza. Ali i one postaju sve bolje, a kada je Stephenson gradio prugu između Liver-



Sl. 12.

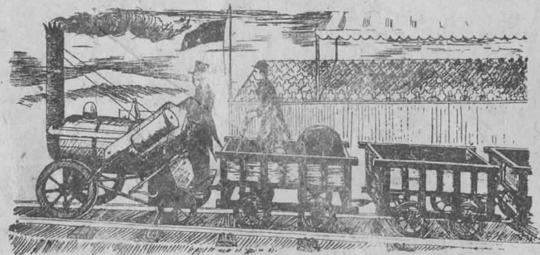
poola i Manchestera[1] (čitaj: Liverpula i Menčestera), bile su one već iz kovanog željeza.

Ali nisu to bile jedine poteškoće. U Engleskoj su mnogi nastojali svim silama, da onemoguće Stephensonove izume. Godine 1819. neki je znanstveni časopis donio slijedeći članak:

»Mi nismo zagovornici fantastičnih projekata, koji se odnose na korisne uvedbe. Mi se rugamo

[1] Veliki gradovi u zapadnoj Engleskoj.

ideji željeznica, jer je praktično neizvediva. Ima li što smješnije i apsurdnije, negoli projekat parnoga voza, koji bi dva put tako brzo jurio kao naša poštanska kola?! Prije bismo mogli očekivati, da bi nas mogla prenijeti Kongreveova raketa iz artiljerijskog laboratorija u Woolwichu (Vulviču), negoli je milost lokomotive, koja će ići dvaput brže nego naša kola.«



Sl. 13.

Stephensonova lokomotiva »The Racket« iz 1830. godine.

Ovaj članak čuva se, zajedno sa Stephensonovom lokomotivom, u jednom muzeju u Londonu. God. 1831. »Times« (čitaj: Tajms) engleski list, donosi izjavu potpisanu od 71. posjednika, na čelu sa nekolicinom uglednih grofova, kojom su nastojali spriječiti gradnju željeznice između Londona i Birminghama (čitaj: Berminghema). Ali Stephensonove lokomotive

postajale su sve bolje i izvojštile su pobjedu. Uskoro su jurile svim stranama svijeta.

Uporedo s lokomotivom, kako smo već prije spominjali, nastojali su mnogi graditi parne diližanse, t. zv. »kola bez konja«. Radi nekoliko nesreća s tim kolima, donesen je u Engleskoj — kolijevci parnih strojeva — slijedeći zakon:

Paragraf prvi:

Ispred svake parne diližanse, na udaljenosti od 55 m, mora ići čovjek sa crvenom zastavom. Pri susretu s kolima ili jahačima dužan je napomenuti putnicima da iza njega ide parna mašina.

Paragraf drugi:

Mašinistima je strogo zabranjeno, da plaše konje zvižducima. Para se smije puštati iz mašina samo u slučaju, ako na putu nema konja.

Paragraf treći:

Brzina kretanja parne mašine ne smije prelaziti u selu 6 km na sat, a u gradu — 3 km.

Ovim zakonom bio je promet parnim diližansama potpuno onemogućen, a to su i htjeli vlasnici konjskih diližansa. Oni su bili bogati kapitalisti, a graditelji parnog stroja — siromašni izumitelji. Borba je bila veoma teška, ali izumitelji parnog stroja bili su uporni. Oni su vje-

rovali u svoju pobjedu. Kasnije je benzinski motor zamijenio parni stroj u parnim diližansama. I tu je bilo poteškoća, ali naskoro su jurili po gradovima i cestama mekani i udobni automobili.

Zanimljivo je, da se prvi pokušaj, da se sagradi parobrod, javio prije, nego prvi pokušaj, da se sagradi lokomotiva. Razvoj parobroda tekao je brže.

Već početkom 18. stoljeća Francuz Papin (čitaj: Papen) sagradio je lađu, koju je tjerao parni stroj. Ali ljudi su u to doba bili puni predrasuda i nisu shvatili, koliko bi im koristi donijela ovakova lađa. Oni su razbili Papinov stroj.

Sto godina poslije, godine 1807. Amerikanac Robert Fulton sagradi parobrod »Clermont« (čitaj: Klermont) na riječici Hudson (čitaj: Hadzn) kod New Yorka (čitaj: Nju Jorka). S tim parobrodom imao je Fulton mnogo uspjeha, i »Clermont« je prevozio mnogo putnika i robe. Ljudi su, kako vidimo, imali više povjerenja u parni stroj na vodi nego na kopnu.

Prvi parobrodi bili su lopatari, t. j. parni stroj je okretao velike kotače sa lopatama, koji su zaranjali jednim dijelom u vodu i tako pomicali lađu. Obično su bila na brodu dva kotača, sa svake strane po jedan, ili samo jedan, utisnut

malo u krmu[1] broda. Parobrodi su najprije plovili po rijekama.

Nešto poslije od »Clermonta« pušten je i u more prvi parobrod »Phenix« (čitaj: Feniks), koji je sagrađen također u Americi. On je plovio između New Yorka i Philadelphije[2] (čitaj: Filadelfije) i prevozio putnike.

Ljudi već kod tih prvih parobroda uviđaju, kolike imaju prednosti pred lađama — jedrenjacima. Prošlo je tek 12 godina od prvog Fultonova parobroda, i već je parobrod »Savannah« (čitaj: Savanah) sjekao valove preko Atlantskog oceana prema Evropi. Bio je to također američki brod, a imao je još i jedra. I sada su ljudi uvidjeli sve blagodati parobroda. Prije je putovanje preko Atlantskog oceana, dakle između Amerike i Evrope bilo velika pustolovina. A trajanje toga puta, nije se nikada moglo ni približno odrediti. Moglo je trajati nekoliko nedjelja, ali i nekoliko mjeseci. Sudbina putnika bila je prepuštena volji vjetra i mora. A sada, kada su ljudi počeli upotrebljavati parobrod, ne samo da nisu zavisili od milosti svojeglavog vjetra, nego su mogli odrediti točno dane i sate duljine putovanja.

Ali ni parobrodi nisu prolazili sasma bez poteškoća. Već prije smo spomenuli, da su svi oni

---

[1] Krma: stražnji dio broda.

[2] Velike luke u Sjevernoj Americi.

bili isprva lopatari. Takovi parobrodi podesni su za plovidbu po rijekama, jer ne trebaju duboke vode, ali nipošto po moru. Kada ih, naime, na moru uhvati nevrijeme, veoma često se dogodi, da razbiešnjeli vjetar i more polome lopate kotača. I promet je zbog toga često zastajao. Tek godine 1829. napravljeni su parobrodi tjerani vijcima (propelerima). Na donjoj strani krme, koja je duboko u moru, smješten je propeler, a okreće ga parni stroj. Kasnije, kod velikih parobroda ima on u promjeru i po šest metara. Ali dok je vijak našao pravu primjenu, moralo se prebroditi mnoge i velike poteškoće. Nakon upotrebe vijka, parobrod se brzo razvija i postaje sve bolji i brži, a s njim i promet sve sigurniji. Danas put između Amerike i Evrope traje četiri dana, a brzi ratni brodovi jure brzinom od 60 km na sat i više.

Izumitelji parobroda morali su se hrabro boriti s još jednom poteškoćom — ljudskim predrasudama. U Engleskoj je, nakon upotrebe prvog parobroda, izašla jedna knjiga, u kojoj se kaže, da je plovidba parobrodima doduše moguća na rijekama, ali na moru nikako. Ovu je knjigu iz Engleske prenio u Ameriku — parobrod.

Tek sredinom 19. stoljeća velike bijele i crne lađe sa dimnjacima iz kojih se puši dim, potisnule su sasma dotadanje gospodare mora — jedrenjake.

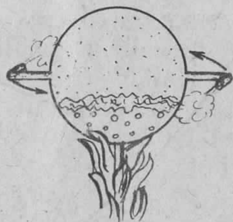
ZAŠTO PARNI STROJ NIJE OSVOJIO SVIJET PRIJE 2.000 GODINA?

Povijest izuma parnog stroja je, kako vidimo, veoma zanimljiva i poučna. Sada već svatko od nas zna, da parni stroj nije baš ne znam kako složen izum. Pa ipak, prošlo je preko 3.000 godina, što se ljudi bave naukom, pa da se napravi tako jednostavna i korisna mašina. Razlog tako kasnoj pojavi parnog stroja u historiji nije, dakle, u tome, što bi ga bilo teško izumiti. Razlog nije čak ni u predrasudama, s kojima su se morali boriti izumitelji. On je u sasvim drugim okolnostima. Kako su te okolnosti veoma karakteristične za razvoj ljudskog društva, biti će dobro, da ih malo razmotrimo.

Snaga pare nije otkrivena tek u doba Jamesa Watta. Ona je bila poznata još prije 2.000 godina. Već znameniti naučenjak staroga vijeka Heron (živio je u gradu Aleksandriji u Africi), poznavao je snagu vodene pare. On je gradio i sprave, koje je pokretala snaga pare. Tako je poznata »Heronova kugla«, koju vidimo na slici broj 14. Šuplja kugla, u kojoj vri voda, nataknuta je na osovinu. Iz kugle sa svake strane izlaze dvije savinute cijevi. Kroz njih iz kugle izlazi para. Para iz cijevi suklja na jednu stranu, a kugla se miče (t. j. okreće se) na drugu stranu, upravo kao kundak od puške i rame, kad se

trzne pri opaljivanju metka. Svoje mašine upotrebljavao je Heron, da u hramovima i kazalištima proizvede »čuda«. Tako su se na primjer na nevidljiv način otvarala vrata hrama i sl. Sve te sprave bile su zapravo parni strojevi. Dobro, kazat ćete, pa zašto te mašine nisu bile upotrebljene u korisne svrhe?

U to doba vladao je sistem robova. Svaki imućan državljanin imao je svu silu robova, koji



Sl. 14.

su obavljali sav posao. Njihov gospodar trošio je na njih tek toliko, da ih hrani, a kadkad niti to. Dakle, robova je bilo mnogo, a njihov rad bio je besplatan. Stoga nikomu nije palo na pamet, da razbija glavu, kako da sagradi skupu mašinu, koja bi zamijenila besplatni rad robova.

Ma da je robovsko uređenje značilo napredak za proizvodne snage društva u uspoređenju s prvobitnom zajednicom, koja mu je prethodila,

ipak nije još bilo zrelo, da primi tako krupan izum, kao što je parni stroj.

Parni stroj nije mogao da se pojavi i razvije ni u feudalno doba, gdje je prevladavala naturalna[1] privreda na selu i svim mogućim propisima (cehovskim) ograničavani obrt po gradovima.

Početkom novoga vijeka, prilike su se u svijetu već mnogo izmijenile. Iz feudalnoga, društvo prelazi u kapitalistički poredak. Nakon otkrića novih zemalja (Amerike, bogatstva Indije i t. d.), dolazi do procvata trgovine. Trebalo je mnogo robe i proizvoda. Male radnje zanatlija, nisu više mogle zadovoljiti potrebe novih tržišta. Počele su se javljati velike radionice, manufakture, u kojima je radilo više radnika. Pojedini radnik nije radio kao nekoć zanatlija sve poslove, koji su potrebni, da se dovrši neki proizvod. Zbog podjele rada, svaki je radnik, pojedinačno, obavljao samo određenu jednostavnu radnju (na pr.: jedan je samo rezao komade, od kojih će se napraviti predmet, drugi je turpijao, treći sastavljao pojedine komade i t. d.), ali sav taj rad bio je plaćen, za razliku od prijašnjega kmetovskog i robovskog rada, koji je bio besplatan. Došlo je, dakle, vrijeme, da se stvori mašina, koja će zamijeniti plaćeni rad ljudskih ruku i omogućiti u velikim razmjerima proiz-

[1] Naturalna privreda: proizvodnja bez industrije, trgovine i novca, gdje seljak sam proizvodi sve, što mu treba.

vodnju robe za prostrana nova tržišta. Ljudi su izvukli iz zaborava izum staroga Herona Aleksandrijskog. Parni stroj Jamesa Watta je označio novo razdoblje u razvoju mašina i industrije. Ali ne samo u razvoju industrije, nego i novo razdoblje u razvoju ljudskog društva. Parni je stroj u industriji zamijenio rad mnogih ljudskih ruku. Grade se velike fabrike u kojima pod teškim uvjetima radi na hiljade ljudi. Stvara se nova društvena klasa, klasa izrabljivanih radnika — industrijski proletarijat. Ta nova sila, nova društvena snaga, postaje pokretačem ljudske historije. Radnička klasa organizirana i svijesna svoga historijskog zadatka, učinit će kraj izrabljivanju čovjeka po čovjeku i povesti ljudsko društvo u pravedniji i stvaralačkiji sistem — u socijalizam.

Parna mašina je, kako vidimo, odigrala značajnu ulogu u razvoju ljudskog društva.

SADRŽAJ

Urednik *Dr. Gabrijel Divjanović*
Korektor *Petar Giunio*

Izdavač Nakladni zavod Hrvatske
Za izdavača *Mate Barac*
Rkp. br. 287. — 2³/₄ tiskanih araka
Naklada 15.000 primjeraka
Tiskanje dovršeno 18. XII. 1947.
u Tiskari Nakladnog zavoda Hrvatske
Zagreb, Frankopanska ul. 26

Cijena knjizi D. 5·50

MALA NAUČNA KNJIŽNICA
HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

izlazi dva puta mjesečno u malim svescima, u kojima se pruža širokim slojevima naroda lako pristupačno vrelo osnovnog znanja iz prirodnih nauka. Do sada su izišli slijedeći svesci:

KNJIŽNICA „PRIRODE“

izlazi povremeno u manjim svescima sa štivom iz prirodnih nauka, kemije, fizike i matematike. Dosad izašlo:

		Din
1.	Dr. Hrvoje Iveković: Nauka i narodno oslobodilački pokret	6.—
2.	Ing. Ivan Brihta: Elektricitet i kemija . . .	6.—
3.	M. Butorac: U svijetu gorostasa i patuljaka .	8.—
4.	Prof. Josip Mokrović: Kako nastaju potresi .	8.—
5.	Fran Tućan: Fosilni ugljen	10.—
6.	Dr. Fran Bubanović: Kemijski sastav čovječjeg tijela	9.—
7	Ante Lahodny: Kovine budućnosti	7.—
8.	Milan Butorac: Kozmoplazma	11.50
9.	Ivan Ehrlich: Mala zoologija	12.—
10.	M. F. Subbotin: Postanak i starost Zemlje . .	13.50

Narudžbe prima prodajni odjel Nakladnog zavoda Hrvatske, Zagreb, Ilica 30. I. (bivša knjižara Kugli).